

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
2. August 2001 (02.08.2001)

PCT

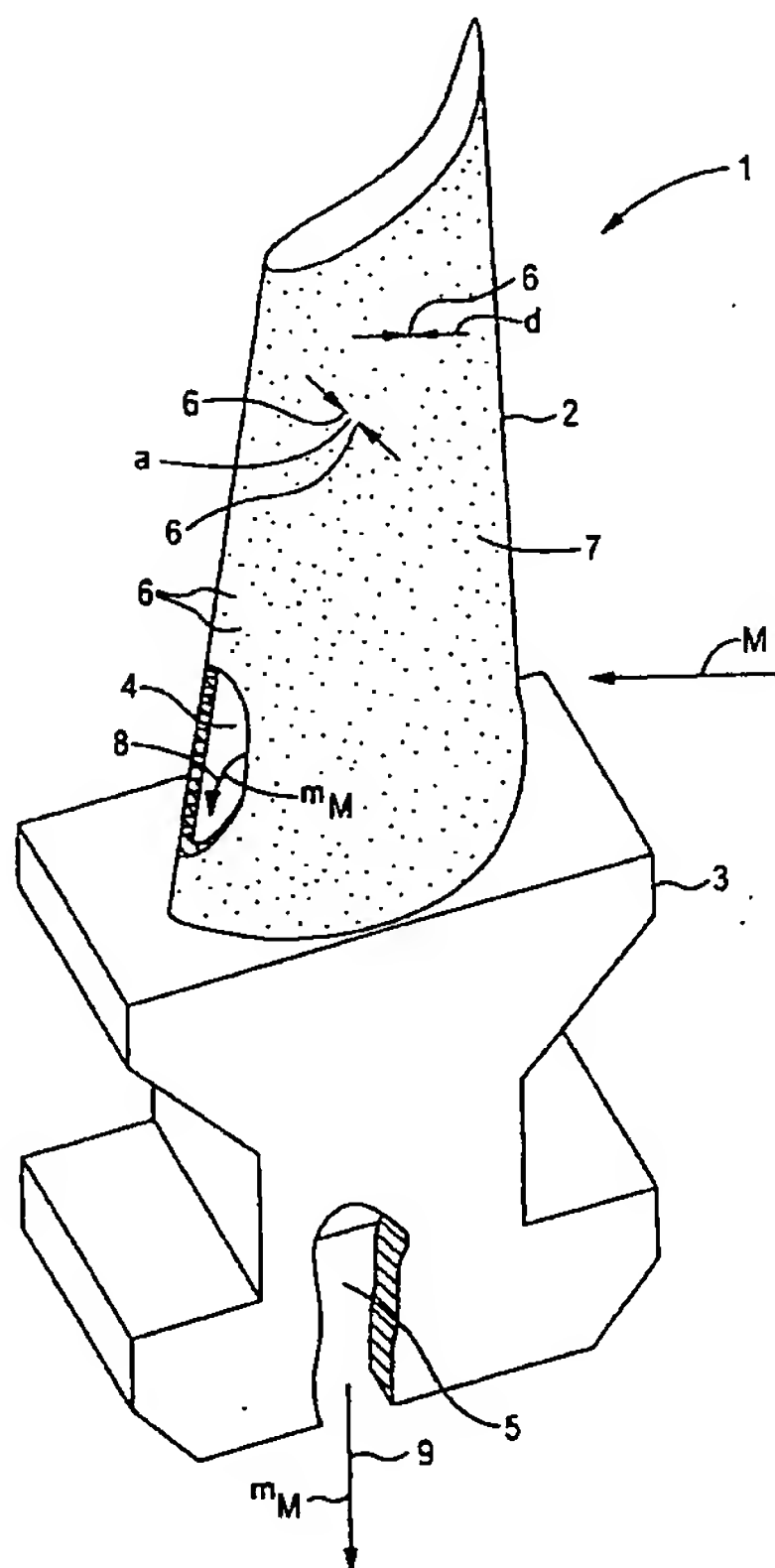
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/55559 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F01D 5/14, 25/32 (72) Erfinder; und
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/00239 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): NÖLSCHER,
Christoph [DE/DE]; Wielandstrasse 6, 90419 Nürn-
berg (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 10. Januar 2001 (10.01.2001) (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): CN, CZ, IN, JP, US.
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).
(30) Angaben zur Priorität: 00101581.7 27. Januar 2000 (27.01.2000) EP
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE). Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: POROUS TURBINE BLADES AND TURBINE EQUIPPED WITH BLADES OF THIS TYPE

(54) Bezeichnung: PORÖSE TURBINENSCHAUFEL UND EINE MIT SOLCHEN SCHAUFELN AUSGERÜSTETE TURBINE



(57) Abstract: According to the invention, the guide blades (1a) situated in a turbine housing (11) and/or the guide blades (1b) fixed to a turbine shaft (12) are provided with a number of micro-holes for sucking off the boundary layer by means of a pressure gradient. This reduces eddy formation on the blade surface (7) of a turbine (10, 10'), especially a gas or steam turbine.

(57) Zusammenfassung: Zur Verminderung der Wirbelbildung an Schaufeloberflächen (7) einer Turbine (10, 10'), insbesondere einer Gas- oder Dampfturbine, sind in einem Turbinengehäuse (11) angeordnete Leitschaufeln (1a) und/oder an einer Turbinenwelle (12) befestigte Laufschaufeln (1b) mit einer Vielzahl von Mikrolöchern (6, 6') versehen, um mittels eines Druckgradienten die Grenzschicht abzusaugen.

WO 01/55559 A1

BEST AVAILABLE COPY



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

PORÖSE TURBINENSCHAUFEL UND EINE MIT SOLCHEN SCHAUFELN AUSGERUSTETE TURBINE

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf eine Turbine, insbesondere auf eine Gas- oder Dampfturbine, mit in einem Turbinengehäuse angeordneten Leitschaufeln und mit an einer Turbinenwelle befestigten Laufschaufeln.
- 10 Mit in bisherigen Kraftwerksanlagen eingesetzten Gasturbinen kann derzeit ein Anlagenwirkungsgrad bis ca. 40% erreicht werden. Das Arbeitsmittel für die Gasturbine wird durch Verbrennen eines Brennstoffs, z.B. Erdöl oder Erdgas, unter Zufuhr verdichteter Luft erzeugt, wobei die Arbeitsmitteltemperatur derzeit bei etwa 1200°C bis 1400°C liegt.

- Demgegenüber kann mit bisher eingesetzten Dampfturbinen bei einer Frischdampftemperatur von ca. 540°C ein Anlagenwirkungsgrad von ca. 38% bis 40% erreicht werden. Wie aus der
- 20 WO 97/25521 bekannt, können zur Erhöhung des Frischdampfzustandes mit einer angestrebten Frischdampftemperatur von 600°C und einem angestrebten Frischdampfdruck von 270 bar und damit zur Steigerung des Wirkungsgrades einer Dampfturbine deren Turbinenwelle und insbesondere die Schaufelfüße von
- 25 Laufschaufeln mittels Kühleddampf gekühlt werden.

- Mit einer kombinierten Gas- und Dampfturbinenanlage, bei der die im entspannten Arbeitsmittel aus der Gasturbine enthaltene Wärme zur Erzeugung von Dampf für die in einen Wasser-
- 30 Dampf-Kreislauf geschaltete Dampfturbine genutzt wird, wird derzeit bei einer Frischdampftemperatur von ca. 540°C und einem Frischdampfdruck von z.B. 120bar ein Anlagenwirkungsgrad von etwa 55% bis 60% erreicht.

- 35 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Turbine, insbesondere eine Gas- oder Dampfturbine, konstruktiv derart weiterzubilden, dass deren Wirkungsgrad erhöht ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Dazu sind zumindest einige der Leit- und/oder Laufschaufeln der Turbine mit einer Vielzahl von Mikro-
5 löchern versehen.

Die Erfindung geht dabei von der Erkenntnis aus, dass der Wirkungsgrad sowohl einer Gasturbine als auch einer Dampfturbine insbesondere dadurch begrenzt wird, dass die Strömung
10 des Arbeitsmediums entlang der Schaufeloberfläche nicht immer ideal laminar ist. Insbesondere in der oberflächennahen Grenzschicht bilden sich Wirbel und somit eine turbulente Strömung des Arbeitsmediums aus, die zu einer Umwandlung der kinetischen Energie des Arbeitsmediums in Wärme führen. Ein
15 nicht unerheblicher Anteil an in einer derartigen Turbine auftretenden Strömungsverluste ist auf diesen Effekt zurückzuführen.

Die Erfindung liegt nun die Überlegung zugrunde, dass derartige Wirbel oder turbulente Strömungen an der Schaufeloberfläche dadurch vermieden oder zumindest verringert werden können, wenn an der oberflächennahen Grenzschicht ein Teil des Arbeitsmediums abgesaugt und dadurch an der Schaufeloberfläche eine laminare Strömung des Arbeitsmediums praktisch
25 erzwungen wird. Durch diese Maßnahme kann der Wirkungsgrad der Turbine um einige Prozentpunkte erhöht werden.

In besonders vorteilhafter Ausgestaltung sind sowohl die mit Mikrolöchern versehenen Leitschaufeln als auch die mit Mikrolöchern versehenen Laufschaufeln hohl ausgeführt. Ein Teil
30 des an der Schaufeloberfläche vorbeiströmenden Arbeitsmediums wird somit von der Schaufeloberfläche in den Innenraum der hohlen Schaufel abgesaugt. Die Leitschaufeln stehen dabei zweckmäßigerweise mit einem äußeren, vorzugsweise im oder am
35 Turbinengehäuse vorgesehenen Absaugkanal in Verbindung, während der Innenraum der hohlen Laufschaufeln mit dem Innenraum einer hohl ausgeführten Turbinenwelle in Verbindung steht.

Der zur Absaugung erforderliche Unterdruck wird vorteilhafterweise dadurch erzeugt, dass die Mikrolöcher mit einem Turbinenteil in Verbindung stehen, welches von Arbeitsmittel
5. vergleichsweise niedrigen Arbeitsmitteldruck umströmt wird. Ein dazu erforderliches Druckgefälle ist aufgrund der in der Turbine stattfindenden Entspannung des Arbeitsmittels zwischen Turbineneintritt und Turbinenaustritt bereits vorhanden und somit zur Absaugung verfügbar.

10

Insbesondere bei massiv, d.h. nicht hohl ausgeführten Turbinenschaufeln sind die Mikrolöcher als Durchgangslöcher ausgebildet, die auf der der Arbeitsmittelströmung zugewandten
Oberflächenseite der Turbinenschaufel in diese eintreten und
15 auf der gegenüberliegenden Schaufelrückseite austreten. Bei dieser Ausgestaltung der Turbinenschaufeln mit Mikrolöchern wird das Druckgefälle zwischen Vorder- und Rückseite der Turbinenschaufel für die Absaugung genutzt.

20 Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass durch eine Perforierung der Schaufeloberfläche von Leit- und/oder Laufschaufeln einer Turbine mit einer Vielzahl von Mikrolöchern durch Wirbelbildung im oberflächennahen Schaufelbereich Strömungsverluste besonders gering gehalten werden. Dadurch verbleibt die kinetische Energie im
25 Arbeitsmittel selbst oder in der sich bewegenden Schaufel. Dies wiederum führt zu einer Erhöhung des Wirkungsgrades um einige Prozentpunkte, so dass eine Turbine vergleichbarer Leistung gegenüber einer herkömmlichen Turbine kleiner gebaut
30 werden kann.

Die erforderliche Absaugung von an der jeweiligen Turbinenschaufel entlang strömendem Arbeitsmittel wird vorzugsweise dadurch erzeugt, dass die Mikrolöcher eine Verbindung zu einem Turbinenteil aufweisen, das von Arbeitsmittel vergleichs-
35 weise niedrigen Drucks umströmt wird. Dadurch kann ein Zusatzaggregat zur Absaugung eingespart werden.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

- 5 FIG 1 eine mit Mikrolöchern versehene hohle Turbinenschaufel,
 FIG 2 schematisch eine mit einer Anzahl derartiger Turbinenschaufeln versehene Turbine mit einem äußeren Absaugkanal und mit einer hohlen Turbinenwelle, und
10 FIG 3 in einer Darstellung gemäß FIG 2 eine dampfgekühlte Dampfturbine mit mit Durchgangslöchern versehenen Turbinenschaufeln.

15 Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Die in FIG 1 dargestellte Turbinenschaufel 1 mit einem bananenartig gekrümmten Schaufelblatt 2 und einem hammerkopffartigen Schaufelfuß 3 ist hohl ausgeführt. Der Innenraum 4 des Schaufelblatts 2 und der Innenraum 5 des Schaufelfußes 3 stehen miteinander in Verbindung.

Die Turbinenschaufel 1 ist im Bereich des Schaufelblattes 2 mit einer Vielzahl von Mikrolöchern 6 versehen, die an der Schaufeloberfläche 7 eintreten und in den Innenraum 4 münden. Über die Mikrolöcher wird beim Betrieb der Turbine ein Anteil m_M des an deren Schaufeloberfläche 7 entlangströmenden Arbeitsmittels oder Arbeitsmediums M in Richtung des Pfeils 8 in den Innenraum 4 der Turbinenschaufel 1 abgesaugt und strömt in Richtung des Pfeils 9 über den Innenraum 5 des Schaufelfußes 3 aus der Turbinenschaufel 1 ab.

Bei der in FIG 2 dargestellten Turbine 10 sind eine Anzahl von derartigen, mit Mikrolöchern 6 versehenen Turbinenschaufel 1 als Leitschaufeln 1a und als Laufschaufeln 1b eingesetzt. Die Leitschaufeln 1a sind dabei in nicht näher dargestellter Art und Weise über den jeweiligen Schaufelfuß 3 im

Turbinengehäuse 11 verankert, während die Laufschaufeln 1b an einer hohl ausgeführten Turbinenwelle 12 befestigt sind. Die Innenräume 4,5 der Leitschaufeln 1a stehen dabei mit einem im Außenbereich des Turbinengehäuse 11 vorgesehenen Absaugkanal 13 in Verbindung. Analog stehen die Innenräume 4,5 der Laufschaufeln 1b mit einem ebenfalls als Absaugkanal dienenden Hohlraum 14 der Turbinenwelle 12 in Verbindung.

Der über die Mikrolöcher 6 der Leitschaufeln 1a in den Abzugskanal 13 strömende Anteil m_M des Arbeitsmediums M wird vorzugsweise der Turbine 10 wieder zugeführt und dazu in deren Arbeitsraum 15 eingeleitet. Zu diesem Zweck steht der Absaugkanal 13 über eine Anzahl von Öffnungen 16 mit dem Arbeitsraum 15 an einer Stelle in Verbindung, an der der Druck p_1 des Arbeitsmediums M kleiner ist als der Druck p_2 des Arbeitsmittels M im Bereich dessen Eintritts über die Mikrolöcher 6 in die entsprechenden Leitschaufeln 1a.

Die Absaugung des Anteils m_M des Arbeitsmittels M über die Mikrolöcher 6 der Laufschaufeln 1b erfolgt analog, indem dieser Anteil m_M des Arbeitsmediums M über die entsprechenden Leitschaufeln 1b und durch die Turbinenwelle 14 an entsprechender Stelle in den Arbeitsraum 15 der Turbine 10 eingeleitet wird. Dazu weist die Turbinenwelle 14 ebenfalls entsprechende Öffnungen 17 im Bereich vergleichsweise niedrigen Mediumsdrucks p_1 auf.

FIG 3 zeigt eine mittels Kühldampf KD gekühlte Dampfturbine 10', der eingangsseitig Frischdampf FD mit einer Frischdampf-temperatur T_{FD} von z.B. 600°C bis 1000°C zugeführt wird. Zur Kühlung der Leit- und Laufschaufeln 1a,1b zumindest der ersten Leit- bzw. Laufschaufelreihen wird einerseits über das Turbinengehäuse 11 den hohlen Leitschaufeln 1a und andererseits über die hohle Turbinenwelle 14 den Laufschaufeln 1b der Kühldampf KD zugeführt. Der die Turbinenschaufeln 1a, 1b durchströmende Kühldampf KD tritt über entsprechende Öffnungen in den Turbinenschaufeln 1a,1b in den Arbeitsraum 15 der

Dampfturbine 10' aus und vermischt sich dort mit dem sich entlang der Schaufelreihen entspannenden Frischdampf FD. Dieser verläßt die Turbine 10' als Abdampf AD.

- 5 An die dampfgekühlten Turbinenschaufeln 1a,1b schließen sich in Strömungsrichtung 18 des Frischdampfs FD entlang der Turbinenwelle 14 weitere Schaufelreihen mit Leit- und Laufschaufeln 1a bzw. 1b an, die wiederum mit Mikrolöchern 6 versehen sind. Die Mikrolöcher sind bei dieser Ausführungsform zweck-
- 10 mäßigerweise in Form von Durchgangslöchern 6' ausgeführt, die die Turbinenschaufeln 1a,1b durchsetzen. Der Durchtritt eines Anteils m_m des Frischdampfes FD durch diese Durchgangslöcher 6' wird aufgrund der Druckdifferenz zwischen dem auf der Zu-
- 15 strömseite der entsprechenden Turbinenschaufeln 1a,1b herrschenden Dampfdruck p_2 und dem auf der Abström- oder Rückseite der entsprechenden Turbinenschaufel 1a,1b herrschenden Druck p_1 erzwungen.

- Die Größe der Mikrolöcher 6,6' liegt zweckmäßigerweise im μm -
- 20 Bereich, wobei der Innendurchmesser d der Mikrolöcher 6,6' beispielsweise 0,05mm beträgt. Der Abstand a zwischen benachbarten Mikrolöchern 6,6' ist zweckmäßigerweise kleiner als 1mm. Die Anzahl der auf der jeweiligen Schaufeloberfläche 7 vorgesehenen Mikrolöcher 6,6' liegt je nach Größe des jeweiligen
- 25 Schaufelblattes 2 in der Größenordnung von 10^2 bis 10^5 .

Patentansprüche

1. Turbine, insbesondere Gas- oder Dampfturbine, mit in einem Turbinengehäuse (11) angeordneten Leitschaufeln (1a) und mit
5 an einer Turbinenwelle (12) befestigten Laufschaufeln (1b),
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass eine Anzahl
von Leitschaufeln (1a) und/oder Laufschaufeln (1b) mit einer
Vielzahl von Mikrolöchern (6,6') versehen sind, über die an
10 der Schaufeloberfläche (7) entlang strömendes Arbeitsmedium
(M) in die Schaufel (1a,1b) eintritt oder durch diese hin-
durchströmt.

2. Turbine nach Anspruch 1,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h hohle Leitschau-
15 feln (1a), deren Innenraum (4) mit einem im Turbinengehäuse
(11) vorgesehenen Absaugkanal (13) in Verbindung stehen.

3. Turbine nach Anspruch 1 oder 2,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h hohle Laufschau-
20 feln (1b), deren Innenraum (4) mit einem Hohlraum (14) der
hohl ausgeführten Turbinenwelle (12) in Verbindung stehen.

4. Turbine nach Anspruch 2 oder 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Absaug-
25 kanal (13) und/oder der Hohlraum (14) der Turbinenwelle (12)
mit einem Bereich eines Arbeitsraum (15) innerhalb des Tur-
binengehäuses (11) in Verbindung steht, in dem ein niedrige-
rer Druck (p_1) herrscht, als der Druck (p_2) in einem Bereich
des Arbeitsraums (15), in dem die mit Mikrolöchern (6,6')
30 versehenen Turbinenschaufeln (1a,1b) angeordnet sind.

5. Turbine nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Mikro-
löcher die jeweilige Turbinenschaufel (1a,1b) durchsetzende
35 Durchgangslöcher (6') sind.

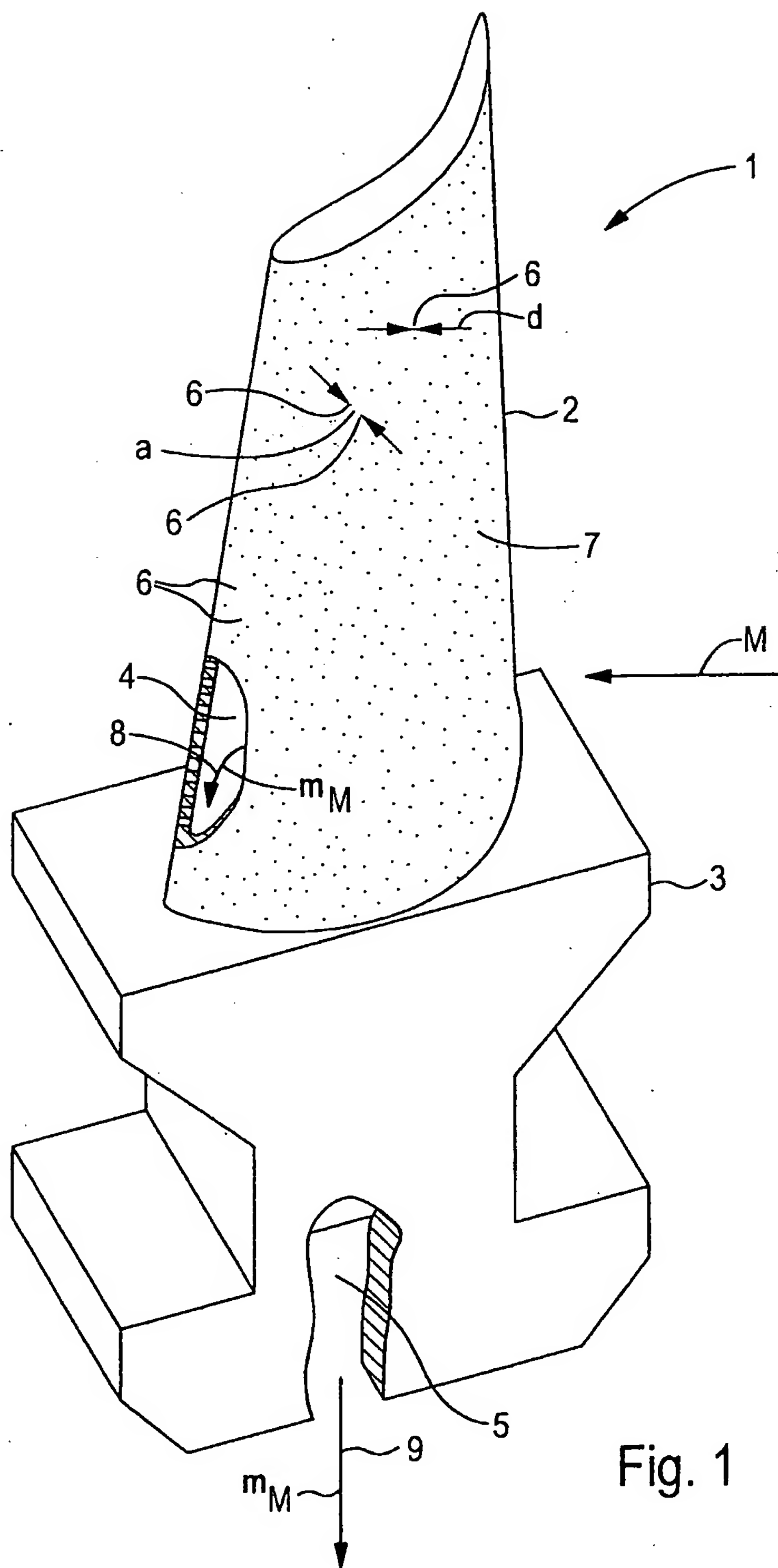
8

6. Turbinenschaufel für eine Turbine (10,10') nach einem der Ansprüche 1 bis 5, mit einer Vielzahl von die Schaufeloberfläche (7) durchsetzenden Mikrolöchern (6,6').

- 5 7. Turbinenschaufel nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser (d) der Mikrolöcher (6,6') kleiner als 0,1mm ist, und dass der Abstand (a) zwischen zwei benachbarten Mikrolöchern (6,6') kleiner als 1mm ist.

10

1/2



2/2

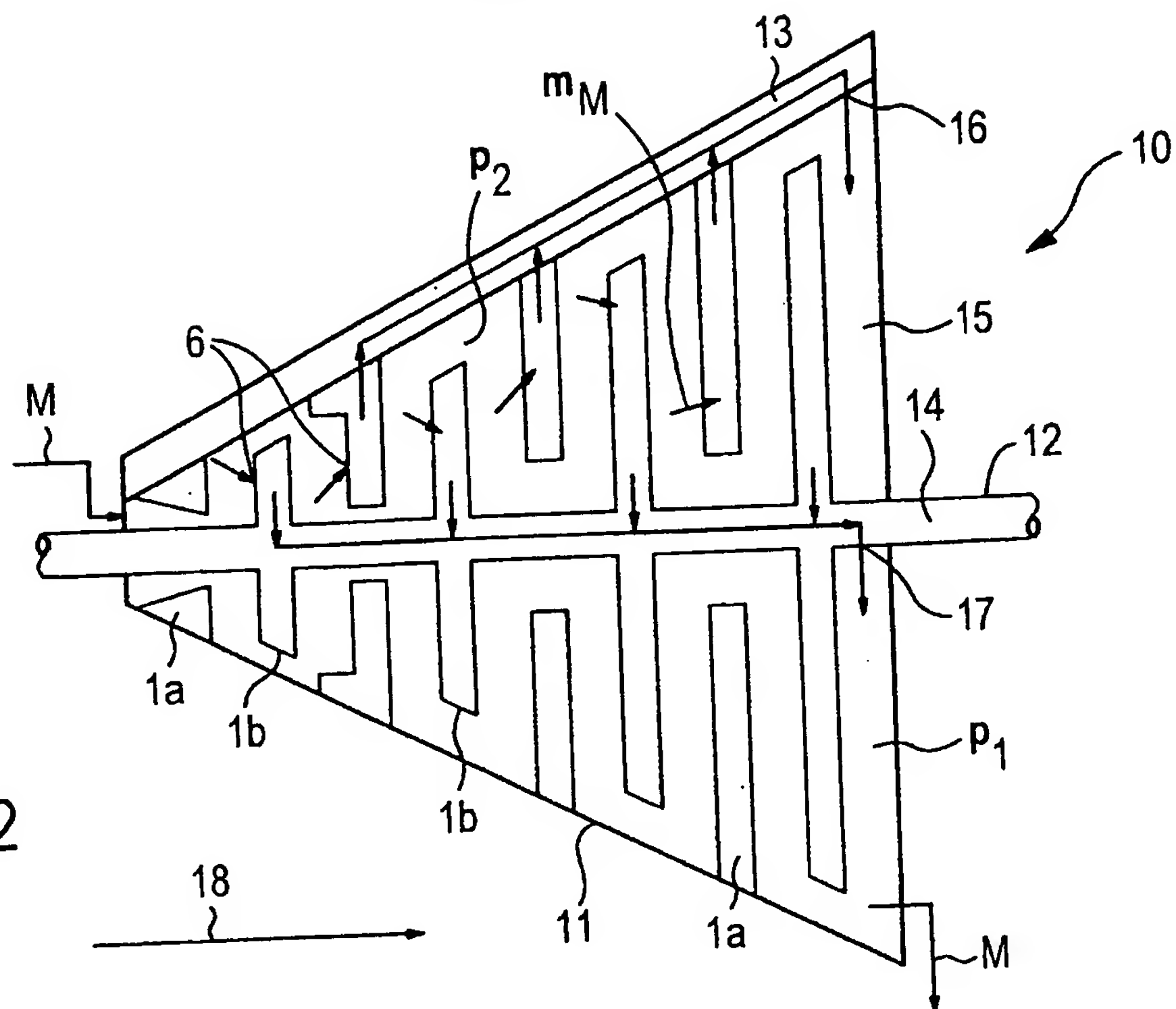


Fig. 2

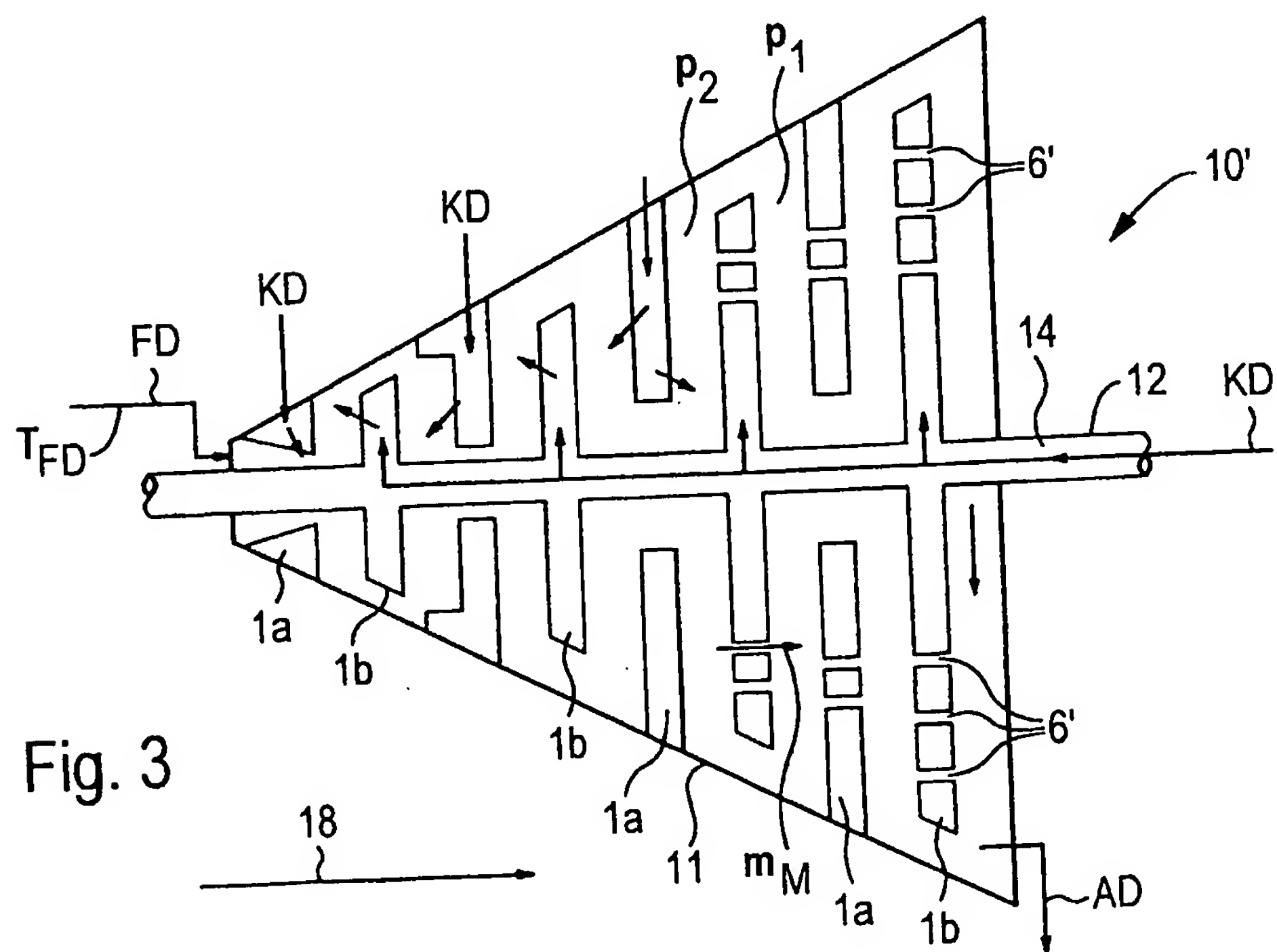


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Patent Application No.

PCT/EP 01/00239

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 F01D5/14 F01D25/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01D B64C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2 597 510 A (MCBRIDE) 20 May 1952 (1952-05-20)	1-4,6,7
Y	column 3, line 17 - line 30	1,5
Y	figures 3-7	1,6,7
Y	----- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 162 (M-092), 17 October 1981 (1981-10-17) & JP 56 088902 A (TOSHIBA CORP), 18 July 1981 (1981-07-18) abstract	1,5
Y	----- US 5 803 410 A (HWANG DANNY P) 8 September 1998 (1998-09-08) column 3, line 28 - line 32 column 6, line 21 - line 34 figure 16 ----- -/-	1,6,7

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 March 2001

Date of mailing of the international search report

03/04/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Steinhauser, U

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No
PCT/EP 01/00239

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 1 085 227 A (ROLLS-ROYCE LIMITED) 27 September 1967 (1967-09-27) page 1, line 21 - line 44 page 2, line 47 - line 75 page 2, line 93 - line 103 figure 8 ----	1,2,4,6, 7
X	EP 0 726 384 A (ABB RESEARCH LTD) 14 August 1996 (1996-08-14) column 5, line 39 -column 6, line 6 figure 2 ----	1,2,4,6, 7
X	US 5 480 284 A (WADIA ASPI R ET AL) 2 January 1996 (1996-01-02) column 3, line 49 - line 67 column 4, line 8 - line 16 column 7, line 1 - line 6 column 8, line 1 - line 13 figures 2,4 ----	1,6,7
X	GB 1 532 815 A (ROLLS ROYCE) 22 November 1978 (1978-11-22) page 2, line 53 - line 56 page 3, line 38 - line 57 page 3, line 114 - line 124 ----	1,6,7
A	US 3 656 863 A (FEO ANGELO DE) 18 April 1972 (1972-04-18) -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No

PCT/EP 01/00239

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2597510	A	20-05-1952	NONE	
JP 56088902	A	18-07-1981	JP 1375488 C	22-04-1987
			JP 61039482 B	04-09-1986
US 5803410	A	08-09-1998	NONE	
GB 1085227	A	27-09-1967	NONE	
EP 0726384	A	14-08-1996	DE 19504631 A	14-08-1996
			CA 2164560 A	14-08-1996
			CN 1135014 A	06-11-1996
			CZ 9600407 A	14-08-1996
			JP 8240104 A	17-09-1996
			PL 312711 A	19-08-1996
US 5480284	A	02-01-1996	NONE	
GB 1532815	A	22-11-1978	NONE	
US 3656863	A	18-04-1972	GB 1315879 A	02-05-1973

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In nationales Aktenzeichen
PCT/EP 01/00239

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F01D5/14 F01D25/32

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F01D B64C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2 597 510 A (MCBRIDE) 20. Mai 1952 (1952-05-20) Spalte 3, Zeile 17 - Zeile 30 Abbildungen 3-7	1-4,6,7 1,5 1,6,7
Y	Abbildungen 3-7	1,5
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 162 (M-092), 17. Oktober 1981 (1981-10-17) & JP 56 088902 A (TOSHIBA CORP), 18. Juli 1981 (1981-07-18) Zusammenfassung	1,5
Y	US 5 803 410 A (HWANG DANNY P) 8. September 1998 (1998-09-08) Spalte 3, Zeile 28 - Zeile 32 Spalte 6, Zeile 21 - Zeile 34 Abbildung 16	1,6,7

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

26. März 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/04/2001

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Steinhauser, U

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 1 085 227 A (ROLLS-ROYCE LIMITED) 27. September 1967 (1967-09-27) Seite 1, Zeile 21 - Zeile 44 Seite 2, Zeile 47 - Zeile 75 Seite 2, Zeile 93 - Zeile 103 Abbildung 8 ----	1,2,4,6, 7
X	EP 0 726 384 A (ABB RESEARCH LTD) 14. August 1996 (1996-08-14) Spalte 5, Zeile 39 - Spalte 6, Zeile 6 Abbildung 2 ----	1,2,4,6, 7
X	US 5 480 284 A (WADIA ASPI R ET AL) 2. Januar 1996 (1996-01-02) Spalte 3, Zeile 49 - Zeile 67 Spalte 4, Zeile 8 - Zeile 16 Spalte 7, Zeile 1 - Zeile 6 Spalte 8, Zeile 1 - Zeile 13 Abbildungen 2,4 ----	1,6,7
X	GB 1 532 815 A (ROLLS ROYCE) 22. November 1978 (1978-11-22) Seite 2, Zeile 53 - Zeile 56 Seite 3, Zeile 38 - Zeile 57 Seite 3, Zeile 114 - Zeile 124 -----	1,6,7
A	US 3 656 863 A (FEO ANGELO DE) 18. April 1972 (1972-04-18) -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/00239

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2597510 A	20-05-1952	KEINE	
JP 56088902 A	18-07-1981	JP 1375488 C JP 61039482 B	22-04-1987 04-09-1986
US 5803410 A	08-09-1998	KEINE	
GB 1085227 A	27-09-1967	KEINE	
EP 0726384 A	14-08-1996	DE 19504631 A CA 2164560 A CN 1135014 A CZ 9600407 A JP 8240104 A PL 312711 A	14-08-1996 14-08-1996 06-11-1996 14-08-1996 17-09-1996 19-08-1996
US 5480284 A	02-01-1996	KEINE	
GB 1532815 A	22-11-1978	KEINE	
US 3656863 A	18-04-1972	GB 1315879 A	02-05-1973

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)